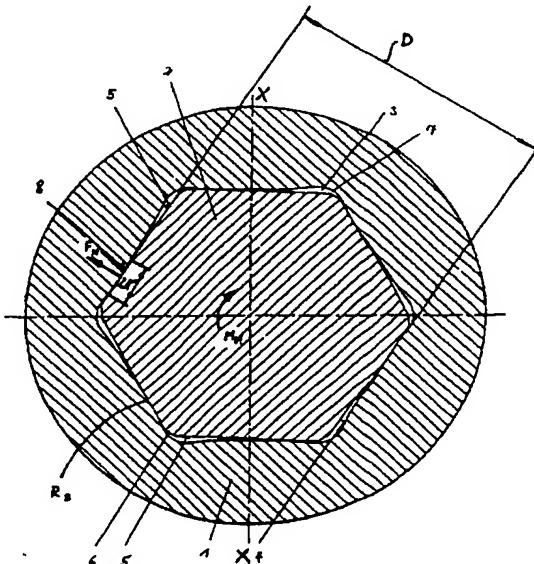


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>F16B 23/00, B25B 13/06</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/07995</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>26. Februar 1998 (26.02.98)</b>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP97/04447</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>14. August 1997 (14.08.97)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten: 296 14 216.6      16. August 1996 (16.08.96)      DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: <b>HAGEDORN, Klaus [DE/DE]; Fahrenbecke 31, D-58097 Hagen (DE).</b></p> <p>(74) Anwälte: <b>ZAPF, Christoph usw.; Solf &amp; Zapf, Postfach 13 01 13, D-42028 Wuppertal (DE).</b></p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.  Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	
<p>(54) Titel: <b>FORCE APPLICATION ELEMENT FOR THE TRANSMISSION OF A TORQUE</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>KRAFTANGRIFF ZUR DREHMOMENTÜBERTRAGUNG</b></p> <p>(57) Abstract</p> <p>A force application element for the transmission of a torque consists of at least two force application surfaces (4) for a tool (2) that are located in an axial hole (3) of a machine element. These force application surfaces (4) cooperate with respective flat working surfaces (5) of the tool (2) which has several edges (6). At least one force application surface (4) of the machine element (2) has such a convex curvature (<math>R_s</math>) that when the tool (2) rotates within the hole (3) around its longitudinal axis under the effect of the transmitted torque (<math>M_H</math>), the cross-sectional profile of at least one working surface (5) at least tangentially contacts the cross-sectional profile of the force application surface (4) outside the area of the edges (6) of the tool (2). The convex curvature (<math>R_s</math>) of the force application surface (4) within the cross-section of the hole (3) is designed in such a way that when the tool (2) is rotated around its longitudinal axis the edges (6) of the tool (2) lie outside a Hertzian flattening area (2A) of the force application surfaces (4) for the tool (2). This reduces the danger of damages, even when the distance (D) between the working surfaces (5) of the tool (2) lies within the range of admissible tolerances.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Bei einem Kraftangriff zur Drehmomentübertragung, der aus mindestens zwei in einem axialen Loch (3) eines Maschinenelementes liegenden Angriffsflächen (4) für ein Werkzeug (2) besteht, die zum Zusammenwirken mit jeweils einer ebenen Arbeitsfläche (5) des mehreren Kanten (6) aufweisenden Werkzeugs (2) bestimmt sind, wobei mindestens eine Angriffsfläche (4) des Maschinenelementes (2) eine derartige konvexe Krümmung (<math>R_s</math>) besitzt, daß beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse unter der Wirkung des zu übertragenden Drehmomentes (<math>M_H</math>) innerhalb des Loches (3) die Querschnittskontur mindestens einer Arbeitsfläche (5) die Querschnittskontur der Angriffsfläche (4) außerhalb des Bereichs der Kanten (6) des Werkzeugs (2) mindestens tangential berührt, ist die konvexe Krümmung (<math>R_s</math>) der Angriffsfläche (4) innerhalb des Querschnitts des Loches (3) derart ausgebildet, daß die Kanten (6) des Werkzeugs (2) beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse außerhalb eines Hertzischen Abplattungsbereiches (2A) der Angriffsflächen (4) für das Werkzeug (2) liegen. Dadurch wird die Gefahr von Beschädigungen - auch bei im Rahmen der zulässigen Toleranzen unterschiedlichem Abstand (D) der Arbeitsflächen (5) des Werkzeugs (2) zueinander - verringert.</p>			



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Kraftangriff zur Drehmomentübertragung

Die Erfindung betrifft einen Kraftangriff zur Drehmomentübertragung, bestehend aus mindestens zwei in einem axialen Loch eines Maschinenelementes liegenden Angriffsflächen für ein Werkzeug, die zum Zusammenwirken mit jeweils einer ebenen Arbeitsfläche des mehrere Kanten aufweisenden Werkzeugs bestimmt sind, wobei mindestens eine Angriffsfläche des Maschinenelementes eine derartige konvexe Krümmung besitzt, daß beim Verdrehen des Werkzeugs um seine Längsachse unter der Wirkung des zu übertragenden Drehmomentes innerhalb des Loches die Querschnittskontur mindestens einer Arbeitsfläche die Querschnittskontur der Angriffsfläche außerhalb des Bereichs der Kanten des Werkzeugs mindestens tangential berührt.

Ein solcher Kraftangriff kann bei unterschiedlichen Maschinenelementen, z.B. bei Verbindungselementen, wie Schrauben, vorgesehen sein. Die zur Drehmomentübertragung zum Anziehen oder Lösen von Schrauben benutzten Schlüssel unterliegen hinsichtlich ihrer Schaftdurchmesser und Kantennennmaße der Normung (DIN 911). Die Werkzeuge sind im allgemeinen aus einem härteren Material als die Maschinenelemente gefertigt. Insbesondere kommen entsprechend der Ausbildung der Lochkontur der Maschinenelemente Werkzeug-Zwei-, -Vier- und -Sechskante zur Anwendung. Dabei ist es auch bekannt, mehr-kantige Werkzeuge einzusetzen, deren Kanten abgerundet sind. Bei der Drehmomentübertragung auf das Maschinenelement kommt es zum Auftreten von Schubspannungen innerhalb des Werkzeugs und des Maschinenelementes und zu einer Flächenpressung zwischen den Arbeitsflächen des Werkzeugs und den Angriffsflächen des Maschinenelementes. Die dabei an der Kontaktstelle auftretende

- 2 -

Abplattung ist entsprechend der Größe des Radius des Werkzeuges an seiner Kante nur gering, so daß sich die auftretenden Spannungen auf eine nur sehr kleine Fläche konzentrieren, wodurch in erheblichem Umfang Beschädigungen an den Werkzeugangriffsflächen im Loch der Schraube auftreten. Dies ist auch durch den bedeutenden Einfluß der Fertigungstoleranzen des Werkzeugs auf eine Länge der sich ausbildenden Kontaktzone bedingt. So konnte gezeigt werden, daß die Kontaktlänge mit zunehmender Abweichung vom Nennmaß sehr stark abnimmt, da sich das Werkzeug im Loch der Schraube stärker verkantet.

Die Patentschrift US-A-4 930 378 beschreibt einen Schraubenschlüssel mit einer im Querschnitt polygonalen (in der Grundform sechs- bzw. zwölfeckigen) Einstecköffnung, bei dem die Oberflächenausbildung der Arbeitsfläche von der bekannten ebenen Ausbildung der Arbeitsfläche eines Werkzeugs abweicht. Der Schlüssel umfaßt eine Öffnung mit kreisbogenförmig gekrümmten Anlageflächen, die einander zugeordnete Paare von ebenen Flächen verbinden. In einer Ausführungsform mit einer in der Grundform sechseckigen Kontur der Einstecköffnung besitzt der Schlüssel dabei sechs in Umfangsrichtung ebene Oberflächen und sechs Paare winklig ausgerichteter ebener Oberflächen. Eine gekrümmte Anlagefläche verbindet jeweils eine in Umfangsrichtung ebene Oberfläche mit einer ebenen Fläche eines Paares der winklig ausgerichteten Flächen. In einer anderen Ausführungsform mit einer in der Grundform zwölfeckigen Kontur der Einstecköffnung besitzt der Schlüssel zwölf Paare winklig ausgerichteter ebener Oberflächen, die jeweils durch die gekrümmten Anlageflächen verbunden sind. Außerdem sind Verbindungsflächen vorgesehen, die jeweils die Flächen eines Paares der winklig ausgerichteten ebenen Flächen verbinden und die ebenfalls gekrümmmt sein können. Für die auftretenden Radien an den Anlageflächen bzw. an den Ver-

- 3 -

bindungsflächen sind bevorzugte Größenverhältnisse in Bezug auf die Schlüsselweite angegeben. An den kreisbogenförmig gekrümmten Anlageflächen kommt beim Schraubvorgang ein konventionelles, Toleranzen aufweisendes sechskantiges Befestigungselement zur Anlage, ohne daß dabei eine Anlage der ebenen Flächen an dem Befestigungselement eintritt. Dadurch, daß eine solche Anlage der ebenen Flächen des Schlüssels an dem Befestigungselement vermieden wird, können sich in einem kleinen Kontaktbereich hohe mechanische Spanungsspitzen ausbilden, die sich ungünstig auf die Lebensdauer der Schraube und/oder des Schlüssels auswirken.

Beim Drehen eines Maschinenelementes mit einem bekannten Kraftangriff der beschriebenen Art verkantet sich das Werkzeug in dem axialen Loch des Maschinenelementes, so daß die Arbeitsflächen des Werkzeugs nicht vollständig im Loch des Maschinenelementes anliegen. Die Verkantung ist umso größer je mehr das Werkzeug durch toleranzbedingtes Untermaß von seinem Nennmaß abweicht. Infolgedessen kommt es in diesem Bereich bei der Drehmomentübertragung zu einer Konzentration der mechanischen Spannungen und dem Auftreten von Spannungsspitzen. Diese Spannungen führen oft sehr schnell zur Beschädigung des Maschinenelementes und/oder des Werkzeugs, da sie Werte annehmen können, die im Bereich der Streckgrenze des Materials liegen. Ähnliches ist auch beim weiter entfernt liegenden Gegenstand der GB-A-2 061 439 der Fall.

Vor allem treten beim Einsatz maschineller Schrauber Beschädigungen an den Angriffsflächen von Schrauben auf. Wenn die Schraube mit einer Korrosionsschutzschicht überzogen ist, kann diese zumindest teilweise zerstört werden und wird damit unwirksam. Beschädigungen am Werkzeug treten in ungünstigen Fällen beim maschinellen Verschrauben teilweise so schnell

- 4 -

ein, daß die Standzeit eines solchen Werkzeuges unter 1000 Verschraubungen liegt. Durch das toleranzbedingte Spiel des Werkzeugs in dem axialen Loch des Maschinenelementes kann es nach einer kurzen Beanspruchungszeit des Werkstoffes zu einem Durchdrehen des Werkzeugs kommen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftangriff zur Drehmomentübertragung der eingangs beschriebenen Art in Bezug auf sein Zusammenwirken mit einem Werkzeug günstiger auszubilden, so daß bei der Drehmomentübertragung die Gefahr von Beschädigungen verringert wird. Das Maschinenelement soll dabei möglichst aufwandsarm herstellbar sein.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß die konvexe Krümmung der Angriffsfläche innerhalb des Querschnitts des Loches derart ausgebildet ist, daß die Kanten des Werkzeugs beim Verdrehen des Werkzeugs um seine Längsachse außerhalb eines Hertzschen Abplattungsbereiches der Angriffsflächen für das Werkzeug liegen.

Wenn ein Drehmoment über einen erfindungsgemäßem Kraftangriff von einem Werkzeug auf ein Maschinenelement übertragen werden soll, wenn z.B. eine Schraube angezogen/gelöst werden soll, wird das Werkzeug in das axiale Loch eingeführt und verdreht. Durch die erfindungsgemäße Krümmung der Angriffsfläche des Maschinenelementes kommt die Kante des Werkzeugs weder zu Beginn noch während der Drehmomentübertragung an der Angriffsfläche des Maschinenelementes zur Anlage, sondern nur ein definiert von der Kante des Werkzeugs entfernt liegender Bereich seiner Arbeitsfläche.

Weder die Ausbildung der Kante des Werkzeugs, noch der norm-

- 5 -

gemäß innerhalb eines Toleranzbereiches liegende Abstand der Arbeitsflächen des Werkzeugs haben damit einen Einfluß auf die sich an Berührungsstelle ausbildenden Druckspannungen. Die dabei zwischen Werkzeug und Schraube auftretenden Kontaktverhältnisse lassen sich mit Hilfe der Hertzschén Gleichungen beschreiben, wenn Werkzeug und Maschinenelement als zwei elastische Körper aufgefaßt werden. Auf Gestalt und Größe der Pressungsfläche (Abplattung) sowie auf die Größe und Verteilung der entstehenden Druckspannungen, z.B. auf die Berechnung der auftretenden Maximalspannungen, sind die Hertzschén Gleichungen anwendbar (Hertz, H.: Über die Berührung fester elastischer Körper.- In: Journal für reine und angewandte Mathematik (Crelle).- Berlin 92 (1881).- S.155 ff.). Diese Gleichungen sind elliptische Integrale erster Art und wurden unter Zugrundelegung der strengen Elastizitätstheorie bestimmt. Für die Berechnung von Sonderfällen der Berührung bestimmter Körper mit konvex, eben oder konkav ausgebildeten Oberflächen, wie Kugel gegen Platte, Zylinder gegen Zylinder usw., wurden aus der Hertzschén Theorie spezielle Berechnungsformeln abgeleitet wobei im vorliegenden Fall an der Berührungsstelle in erster Näherung ein Kontakt Zylinder gegen Ebene auftritt. Der Zylinder ist dabei erfundungsgemäß die Angriffsfläche des Maschinenelementes und die Ebene ist die Arbeitsfläche des Werkzeugs, so daß gilt

$$\sigma_{\max} = 0,418 \sqrt{\frac{F_N E}{L R_s}} \quad (1)$$

Dabei ist  $F_N$  die Normalkraft, mit der das Werkzeug gegen die Angriffsfläche der Schraube gedrückt wird, und  $L$  die Länge des Anlagebereichs der Werkzeugkante über die Tiefe des axialen Loches.  $E$  ist ein mittlerer Wert des Elastizitätsmoduls.  $R_s$  ist ein Maß für die konvexe Krümmung der Angriffsfläche des Maschinenelementes. Dieses Krümmungsmaß  $R_s$  kann

- 6 -

erfindungsgemäß um ein Vielfaches größer ausgebildet sein als der Krümmungsradius an der Werkzeugkante, wodurch die an der Berührungsstelle auftretenden Maximalspannungen  $\sigma_{\max}$  sehr viel kleiner sind als die bei einer bekannten Schraube. Vorzugsweise kann das Krümmungsmaß  $R_s$  der Angriffsfläche in der Größe des Kantennennmaßes, d.h. des Abstandes zwischen einander gegenüberliegenden Kanten des Werkzeugs, gewählt werden.

Die Größe der Abplattung A ergibt sich bei metallischen Werkstoffen für Werkzeug und Maschinenelement zu Gleichung

$$A = 1,076 \sqrt{\frac{F_N R_s}{E L}} \quad (2)$$

Da das Krümmungsmaß  $R_s$  der Angriffsfläche des Maschinenelementes einen im Verhältnis zur Rundung einer Werkzeugkante großen Wert annehmen kann, ergibt sich in diesem Fall vorteilhafterweise eine große Abplattung A, d.h. im speziellen Fall eine große Kontaktfläche zwischen der Arbeitsfläche des Werkzeugs und der Angriffsfläche der Schraube. Die Gefahr des Auftretens von Beschädigungen an der Angriffsfläche der Schraube ist damit nahezu ausgeschlossen.

Außerdem ist zu beachten, daß das Krümmungsmaß  $R_s$  der Angriffsfläche des Maschinenelementes infolge der Abplattung bei der Drehmomentübertragung ändert, so daß in den Gleichungen (1) und (2) ein sich zeitlich bzw. belastungsabhängig änderndes Krümmungsmaß  $R_s$  Beachtung finden muß, was bei der quantitativen Bestimmung der Maximalspannung  $\sigma_{\max}$  und der Abplattung A jeweils zu einer Differentialgleichung führt. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Randbedingungen können die Art der notwendigen Änderung des Krümmungsmaßes  $R_s$  bei Belastung und damit konkrete Werte für die erfindungsgemäße konvexe Krümmung der Angriffsfläche des Maschinenelementes

- 7 -

bestimmt werden.

Es hat sich weiterhin gezeigt, daß insbesondere ein solcher erfindungsgemäßer Kraftangriff von Vorteil ist, bei dem die konvexe Krümmung  $R_s$  der Angriffsfläche des Maschinenelementes für das Werkzeug derart ausgebildet ist, daß sich beim Verdrehen des Werkzeugs um seine Längsachse unter der Wirkung einer Normalkraft  $F_N$  gemäß Gleichung (2) die Abplattung A und die maximale Flächenpressung  $\sigma_{max}$  gemäß Gleichung (1) einstellen, wobei letztere im wesentlichen unabhängig vom Abstand D der Arbeitsflächen des Werkzeugs ist.

Des weiteren ist eine auch konvexe Krümmung  $R_s$  der Angriffsfläche besonders vorteilhaft, durch die beim Verdrehen des Werkzeugs um seine Längsachse unter der Wirkung des zu übertragenden Drehmomentes  $M_h$  eine Schubspannung  $\tau_{max}$  gemäß der Gleichung

$$\tau_{max} = \frac{|\sigma_{max} - \sigma_{min}|}{2} \quad (3)$$

vorliegt, die im wesentlichen unabhängig vom Abstand der Arbeitsflächen des Werzeugs ist.  $\sigma_{max}$  und  $\sigma_{min}$  sind dabei jeweils die in einem mehrachsigen Spannungszustand auftretende größte und kleinste Hauptspannung.

Die Vorteilhaftigkeit einer solchen erfindungsgemäßen konvexen Krümmung  $R_s$  läßt sich durch Anwendung der Schubspannungshypothese von Tresca nachweisen. Diese geht von der Vorstellung aus, daß plastische Formänderungen als Schiebungen erfolgen, die durch Schubspannungen ausgelöst werden, und gestattet es, eine auf den einachsigen Spannungszustand bezogene Vergleichsspannung  $\sigma_v$  zu errechnen, welche dann als maßgebend für die Beanspruchung des Werkstoffes gilt. Sobald die Vergleichsspannung  $\sigma_v$  einen charakteristischen Festigkeits-

kennwert für den einachsigen Spannungszustand (im vorliegenden Fall den doppelten Wert einer kritischen Schubspannung  $\tau_k$ ) erreicht, tritt der Versagensfall ein. Für die Vergleichsspannung  $\sigma_v$  gilt beim Auftreten von Flächenpressungen und unter Berücksichtigung des Mohrschen Spannungskreises für den mehrachsigen Spannungszustand

$$\sigma_v = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = 2\tau_{\max} \quad (4)$$

Die Vergleichsspannung  $\sigma_v$  ist demnach in diesem Fall gleich der doppelten größten Schubspannung  $\tau_{\max}$ , und die größte auftretende Schubspannung  $\tau_{\max}$  ist mit der kritischen Schubspannung  $\tau_k$  zu vergleichen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen sowie der folgenden Beschreibung enthalten.

Anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter, bevorzugter Ausführungsbeispiele soll im folgenden die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt, eine vergrößerte Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kraftangriffs an einer Schraube, mit einem Werkzeug zum Anziehen und Lösen der Schraube,

Fig. 2 im Querschnitt, eine vergrößerte Darstellung eines Kraftangriffs an einer Schraube mit einem Werkzeug zum Anziehen und Lösen der Schraube, zur Veranschaulichung der bei einem bestimmten Verdrehwinkel des Werkzeugs auftretenden Kräfte,

Fig. 3 ein Detail eines zweiten Ausführungsbeispiels in

- 9 -

einer Darstellung in einem gegenüber Fig. 1 vergrößertem Maßstab,

Fig. 4 eine Fig. 3 entsprechende Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kraftangriffs an einer Schraube.

In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen, so daß sie in der Regel auch jeweils nur einmal beschrieben werden. Für das nachfolgend dargestellte Vergleichsbeispiel sind in Fig. 2 einander entsprechende Teile jeweils durch den Zusatz "a" zur Bezugsziffer gekennzeichnet.

Wie Fig. 1 zeigt, besitzt eine erste Ausführung eines erfindungsgemäßen Kraftangriffs an einer Schraube 1 für das Zusammenwirken mit einem Werkzeug 2 sechs in einem axialen Loch 3 liegende Angriffsflächen 4. Es handelt sich um eine Innensechskant-Schraube. Das Werkzeug 2 ist ein Sechskantschlüssel mit sechs ebenen Arbeitsflächen 5, die aneinander grenzen und so sechs Kanten 6 bilden. In dem ersten Ausführungsbeispiel sind, wie Fig. 1 zeigt, die Kanten 6 des Werkzeugs 2 abgerundet, bei den weiteren, in den übrigen Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen nicht. Bei der Schraube 1 weisen die Angriffsflächen 4 im Bereich von axial gerichteten Lochkanten 7 konkave Krümmungen auf.

Das Werkzeug 2 ist innerhalb des axialen Loches 3 der Schraube 1 in einer um seine Längsachse verdrehten Stellung dargestellt. Die Längsachsen sowohl der Schraube 1 als auch des Werkzeugs 2 verlaufen dabei senkrecht zur Darstellungsebene. Die Angriffsflächen 5 der Schraube 1 weisen eine derart konvexe Krümmung  $R_s$  auf, daß beim Verdrehen des Werkzeugs 2 um

- 10 -

seine Längsachse innerhalb des Loches 3 die Querschnittskonturen der Arbeitsflächen 5 die Querschnittskonturen der Angriffsfläche 4 der Schraube außerhalb des Bereichs der Kanten 6 berühren. Zu Beginn eines Drehens der Schraube handelt es sich dabei um eine tangentiale Berührung der Konturen der Angriffsflächen 4 und der Arbeitsflächen 5, d.h. um eine Berührung in einem Punkt.

Durch die bei der Übertragung des Moments  $M_h$  auftretende Normalkraft  $F_N$  beim Anziehen oder Lösen der Schraube 1 wird die Berührung der Konturen der Angriffsflächen 4 und der Arbeitsflächen 5 infolge der auftretenden Abplattung A zu einer linienförmigen Berührung. Dabei bildet sich über eine (aus den Figuren nicht ersichtliche) sich senkrecht zur Darstellungsebene über die Tiefe des axialen Loches 3 erstreckende Länge L zwischen der Arbeitsfläche 5 an der Angriffsfläche 4 in einen Bereich 8 eine Kontaktfläche aus.

Erfindungsgemäß ist die konvexe Krümmung  $R_s$  der Angriffsflächen 4 dabei so, daß die Kanten 6 des Werkzeugs 2 beim Verdrehen des Werkzeugs 2 um seine Längsachse innerhalb des Loches 3 außerhalb des Abplattungsbereiches 2A der Angriffsflächen 4 liegen. In diesem Fall kommt es mit Vorteil zu keinem Zeitpunkt der Momentenübertragung infolge der Normalkraft  $F_N$  zum Anziehen oder Lösen der Schraube 1 zu einer Berührung der Kanten 6 des Werkzeugs 2 mit den Angriffsflächen 4 der Schraube 1. Die konvexe Krümmung  $R_s$  der Angriffsflächen 4 der Schraube 1 kann dabei unterschiedlich ausgebildet sein, so als Abschnitt einer Ellipse, deren große Halbachsen sich dabei vorzugsweise parallel zu einer gedachten Ebene zwischen zwei nebeneinanderliegenden Kanten 7 des Loches 3 erstrecken.

Für die sich im Kontaktbereich 8 zwischen der Arbeitsfläche

- 11 -

5 des Werkzeugs 2 und der Angriffsfläche 4 (bzw. 4a) der Schraube 1 (bzw. 1a) ausbildenden maximalen Normalspannungen  $\sigma_{\max}$  ist der Einfluß der Abmessungstoleranzen ( gegenseitiger Abstand der Arbeitsflächen 5) des Werkzeugs 2 auf die sich durch einen Verdrehwinkel  $\alpha$  des Werkzeugs 2 in dem Loch 3 der Schraube 1 in unterschiedlicher Höhe einstellenden Normalkräfte  $F_N$  von Bedeutung. Dieser Einfluß wird aus Fig. 2 und den nachstehenden Erläuterungen deutlich. Bei gleichbleibendem Anzugsmoment  $M_h$  des Werkzeugs 2 und damit konstanter Tangentialkraft  $F_t$  nimmt, wie Fig. 2 veranschaulicht, mit ansteigendem Verdrehwinkel  $\alpha$  die Normalkraft  $F_N$  entsprechend folgender Gleichung zu

$$(5) \quad F_N = \frac{F_t}{\cos(\alpha + 60^\circ)}$$

Exemplarisch wurde der Verdrehwinkel  $\alpha$  bei Verwendung eines Sechskants mit Nennmaß D und innerhalb des zulässigen Toleranzbereiches liegendem Untermaß für den Abstand der Arbeitsflächen 5 gemessen.

Hieraus ergab sich bei einem bekannten Profil der Schraube 1a mit gerader Ausbildung der Arbeitsflächen 4a bei Untermaß ein Verdrehwinkel  $\alpha$ , der zu einem Anstieg der Normalkraft  $F_N$  um 15 Prozent gegenüber dem Nennmaß führte. Beim erfindungsgemäßen Profil der Schraube 1 ergab sich ein größerer Verdrehwinkel  $\alpha$ . Dieser führte bei Untermaß zu einem Anstieg der Normalkraft  $F_N$  um 24 Prozent. Durch die sich unter der Wirkung einer größeren Normalkraft  $F_N$  aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung der konvexen Kontur  $R_s$  der Angriffsfläche stärker vergrößernde Kontaktfläche zwischen der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 und der Angriffsfläche 4 der Schraube 1 blieben die sich ausbildenden maximalen Normalspannungen  $\sigma_{\max}$  bei dem erfindungsgemäßen Kraftangriff trotz höherer Normalkraft  $F_N$  auf vergleichsweise niedrigerem Niveau.

- 12 -

Es zeigte sich auch, daß der Bereich 8 der Krafteinleitung bei dem erfindungsgemäßen Profil weiter von der Kante 6 des Werkzeugs 2 entfernt lag als der Bereich 8~~a~~ der Krafteinleitung bei dem untersuchten Vergleichsprofil. Dadurch wird die Kante 6 des Werkzeugs 2 geschont, und es ist eine längere Standzeit des Werkzeugs 2 zu erwarten.

Das erfindungsgemäße Profil  $R_s$  war des weiteren so ausgebildet, daß die Lage eines mittleren Kontaktpunktes im Bereich 8 der Krafteinleitung unabhängig von der Belastung ist. Bei zunehmender Belastung der Schraube 1 vergrößerte sich zwar die Länge 2A der Kontaktzone (Bereich 8) durch Abplattung, jedoch blieb die Mittenlage des Bereiches 8 der Krafteinleitung nahezu unverändert.

Die Abmessungstoleranzen des Werkzeugs 2 beeinflußten die Lage der Kontaktzone (Bereich 8) auf der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 beim erfindungsgemäßen Profil dergestalt, daß sich bei einem Übergang vom Nennmaß D zum Kleinstmaß die Kontaktzone geringfügig zur gefährdeten Werkzeugkante 6 hin verschob. Beim Vergleichsprofil war stattdessen keine Verschiebung zu beobachten, da das Werkzeug 2 ungünstigerweise immer zuerst mit seiner äußeren Kante 6 an der Angriffsfläche 4 der Schraube 1 in Kontakt kam.

Bei dem Vergleichsprofil wurde eine kleinere und durch höhere mechanische Spannungen beeinflußte Zone beobachtet, während beim erfindungsgemäßen Profil die Verhältnisse umgekehrtlagen. Es findet sich eine größere spannungsbeeinflußte Zone der Schraube 1 mit kleineren Spannungsspitzen. Dies ist auf eine größere Kontaktlänge 2A im Bereich 8 der Krafteinleitung zurückzuführen. Die beim erfindungsgemäßen Profil generell größere Kontaktlänge 2A führte zu geringeren Flächenpres-

sungen zwischen der Angriffsfläche 4 der Schraube und der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2. Die Kontaktlänge 2A nahm mit zunehmender Belastung sowohl bei der erfindungsgemäßen Ausführung als auch bei der Vergleichsausführung degressiv zu. Stellt man sich diese Spannungsverläufe als topografische Gebilde vor, so würde die Aufnahme des Vergleichsprofils jedoch einen stärkeren Anstieg des Spannungsgradienten zeigen. Beim erfindungsgemäßen Profil liegt dagegen ein flacher verlaufender Spannungsgradient vor, was auf eine geringere Beanspruchung des Werkstoffes hindeutet.

Bei der Bestimmung der Abhängigkeit der Schubspannung  $\tau_{\max}$  in der Kontaktzone 8 (bzw. 8a) vom Belastungsmoment ergaben sich beim Vergleichsprofil hohe Schubspannungen, die zu elastischen und plastischen Verformungen führen können. Insbesondere beim wiederholten Aufbringen eines Anzugsmomentes  $M_a$  sind im Kopf der Schraube 1a bleibende Verformungen zu erwarten.

Beim erfindungsgemäßen Profil ist die konvexe Krümmung  $R_s$  der Angriffsfläche 4 des weiteren auch derart ausgebildet, daß beim Verdrehen des Werkzeugs 2 um seine Längsachse unter der Wirkung des zu übertragenden Drehmomentes  $M_a$  die Schubspannung  $\tau_{\max}$  gemäß der Gleichung (3) im wesentlichen unabhängig vom Abstand D der Arbeitsflächen 5 ist. Für jeweils gleiche Abstände D lagen dabei die maximal auftretenden Schubspannungen  $\tau_{\max}$  deutlich (etwa um ein Drittel bis um etwa die Hälfte) niedriger als bei der Vergleichsausführung.

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die konvexe Krümmung  $R_s$  einer Angriffsfläche 4 einer mit dem erfindungsgemäßen Kraftangriff versehenen Schraube 1 aus mehreren Abschnitten zusammengesetzt ist. Die konvexe Krümmung  $R_s$  der dargestellten Angriffsfläche 4 für das Werk-

zeug 2 lässt sich durch zwei Kreisbogenabschnitte mit den jeweiligen Radien R beschreiben, die von seitlichen parallel zur Längsachse des Loches 3 liegenden Bereichen der Angriffsfläche 4 ausgehen und deren Mittelpunkte im Abstand b längs der Angriffsfläche 4 um eine Versetzungslänge a zueinander verschoben sind. Die beiden Kreisbogenabschnitte stoßen auf der Mittelachse X-X der Angriffsfläche 4 aufeinander. Durch die vom mittleren zum äußeren Bereich der Angriffsfläche 4 gegenüber der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 zurückweichende Kontur der Angriffsfläche 4 der erfindungsgemäßen Schraube 1 ist diese auch bei Belastung durch ein hohes Moment  $M_H$  wirksam vor Beschädigungen durch die Werkzeugkanten 6 geschützt. Die sich beim Anziehen und Lösen ausbildende Kontaktfläche zwischen der Angriffsfläche 4 und der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 vergrößert sich dabei vorteilhaftigerweise wie bei der ersten Ausführung mit zunehmender Normalkraft  $F_N$  und die auftretenden maximalen Spannungen  $\sigma_{\max}$  bleiben gering.

Die Kontur der Angriffsfläche 4 der Schraube 1 ist hinsichtlich der Mittelachse X-X der Angriffsfläche 4 symmetrisch ausgebildet. Jeweils eine Angriffsfläche 4 und eine Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 berühren sich beim Verdrehen des Werkzeugs 2 um seine Längsachse innerhalb des Loches 3 im mittleren Bereich zwischen benachbarten axial gerichteten Lochkanten 7. Diese symmetrische Ausbildung ist deswegen von Vorteil, weil dadurch beim Anziehen der Schraube 1 im Hinblick auf den Kontakt mit den Arbeitsflächen 5 des Werkzeugs 2 die gleichen, unter dem Aspekt des Schutzes vor Beschädigungen günstigen Verhältnisse entstehen wie beim Lösen der Schraube 1.

Das in Fig. 4 gezeigte dritte Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, daß die konvexe Krümmung  $R_s$  der dargestell-

- 15 -

ten Angriffsfläche 4 für das Werkzeug 2 durch zwei, durch jeweils eine Exponentialfunktion  $y=a^x$  darstellbare bogenförmige Abschnitte B beschrieben ist, die von den seitlichen parallel zur Längsachse des Loches 3 liegenden Bereichen der Angriffsfläche 4 ausgehen. Das dritte Ausführungsbeispiel gleicht dem zweiten Ausführungsbeispiel insofern, als die beiden bogenförmigen Abschnitte B auf der Mittelachse X-X der Angriffsfläche 4 aufeinanderstoßen, und damit eine symmetrische Kontur der Angriffsfläche 4 vorliegt. Dieses Beispiel veranschaulicht insbesondere, daß die Kontur der Angriffsfläche 4 der beim Anziehen und Lösen der Schraube auftretenden Abplattung A in geeigneter Weise derart angepaßt werden kann, daß sich die zwischen der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 und der Angriffsfläche 4 der Schraube 1 ausbildende Kontaktlänge noch größer als der oben erwähnte Wert  $2A$  mit A bei statischer Betrachtungsweise nach Gleichung (2) für den Sonderfall Zylinder gegen Ebene wird. Die auftretenden Maximalspannungen  $\sigma_{\max}$  sind dann vorteilhafterweise kleiner als die nach Gleichung (1) berechneten, da die sich ausbildende Kontaktfläche zwischen der Arbeitsfläche 5 des Werkzeugs 2 und der Angriffsfläche 4 der Schraube 1 mit steigender Normalkraft  $F_N$  stärker zunimmt als bei einem Kontakt Zylinder gegen Ebene.

Außerdem findet bei der dritten Ausführung die dynamische Betrachtungsweise Beachtung, wonach sich das Krümmungsmaß  $R_s$  der Angriffsfläche 4 des Maschinenelementes infolge der Abplattung A während der Drehmomentenübertragung ändert. Die Funktion  $y=a^x$  stellt dabei eine allgemeine Näherungslösung einer Differentialgleichung für ein sich in den Gleichungen (1) und (2) zeitlich bzw. belastungsabhängig änderndes Krümmungsmaß  $R_s$  dar, wobei die sich infolge des unterschiedlichen Abstands D der Arbeitsflächen 5 ändernde Normalkraft  $F_N$  berücksichtigt werden kann.

- 16 -

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Beispiele beschränkt, sondern umfaßt auch alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Ausführungen, wie konvexe Krümmungen  $R_s$  der Angriffsflächen 4 des Maschinenelementes die von den vorstehend genannten abweichen. Es können auch weitere Maßnahmen zum Schutz gegen Beschädigungen vorgesehen sein, wie eine spezielle Dimensionierung der bereits genannten konkaven Krümmungen der axial gerichteten Lochkanten 7 der Angriffsflächen 4 des Maschinenelementes. Vorteilhafterweise können in dem erfindungsgemäßen Kraftangriff genormte, ebene Arbeitsflächen 5 aufweisende Werkzeuge 2 zum Einsatz kommen. Über die Längenausdehnung L des axialen Loches 3 ist keine Änderung der Lochkontur vonnöten, da allein durch die Gestaltung der Angriffsflächen 4 des Maschinenelementes in einer Ebene die gewünschten Verbesserungen erreicht werden, wodurch sich auch die Möglichkeit einer aufwandsarmen Fertigung ergibt.

- 17 -

Bezugszeichen

1	Schraube (erfindungsgemäß)
1a	Schraube (Vergleichsbeispiel)
2	Werkzeug
3	Loch von 1
3a	Loch von 1a
4	Angriffsfläche von 1 für 2
4a	Angriffsfläche von 1a für 2
5	Arbeitsfläche von 2 für 1
6	Kante von 2
7	Lochkante von 1
7a	Lochkante von 1a
8	Bereich der Krafteinleitung, Kontaktzone von 1
8a	Bereich der Krafteinleitung, Kontaktzone von 1a
A	Abplattung
a	Versetzungslänge
B	Bogenabschnitt
b	Verschiebungsabstand
D	Abstand zwischen zwei Arbeitsflächen 5 von 2
E	mittlerer Elastizitätsmodul
$F_N$	Normalkraft
$F_t$	Tangentialkraft
L	Kontaktlänge in 3
$M_H$	statisches Torsionsmoment
R	Radius
$R_s$	konvexe Kontur, Krümmungsmaß von 4
X-X	Mittelachse von 4
$\alpha$	Verdrehwinkel von 2 in 3
$\sigma_{max}$	Maximalspannung
$\sigma_{min}$	Minimalspannung
$\sigma_v$	Vergleichsspannung
$\tau_{max}$	maximale Hauptschubspannung
$\tau_K$	kritische Schubspannung bei einachsiger Beanspruchung

Ansprüche

1. Kraftangriff zur Drehmomentübertragung, bestehend aus mindestens zwei in einem axialen Loch (3) eines Maschinenelementes liegenden Angriffsflächen (4) für ein Werkzeug (2), die zum Zusammenwirken mit jeweils einer ebenen Arbeitsfläche (5) des mehrere Kanten (6) aufweisenden Werkzeugs (2) bestimmt sind, wobei mindestens eine Angriffsfläche (4) des Maschinenelementes (2) eine derartige konvexe Krümmung ( $R_s$ ) besitzt, daß beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse unter der Wirkung des zu übertragenden Drehmomentes ( $M_H$ ) innerhalb des Loches (3) die Querschnittskontur mindestens einer Arbeitsfläche (5) die Querschnittskontur der Angriffsfläche (4) außerhalb des Bereichs der Kanten (6) des Werkzeugs (2) mindestens tangential berührt,

dadurch gekennzeichnet, daß die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) der Angriffsfläche (4) innerhalb des Querschnitts des Loches (3) derart ausgebildet ist, daß die Kanten (6) des Werkzeugs (2) beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse außerhalb eines Hertzschen Abplattungsbereiches (2A) der Angriffsflächen (4) für das Werkzeug (2) liegen.

2. Kraftangriff nach Anspruch 1,  
 dadurch gekennzeichnet, daß das axiale Loch (3) des Maschinenelementes eine bestimmte Länge (L) besitzt und das Werkzeug (2) einen in einem Toleranzbereich liegenden Abstand (D) der beiden Arbeitsflächen (5) zueinander aufweist und die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) der Angriffsfläche (4) derart ausgebildet ist, daß sich beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse unter der Wirkung einer Normalkraft ( $F_N$ ) eine Abplattung (A) gemäß der Gleichung

$$A \geq 1,076 \sqrt{\frac{F_N R_s}{E L}}$$

mit E als einem mittleren Elastizitätsmodul ergibt und wobei eine maximale Flächenpressung

$$\sigma_{\max} \leq 0,418 \sqrt{\frac{F_N E}{L R_s}}$$

vorliegt, die im wesentlichen unabhängig vom Abstand (D) der Arbeitsflächen (5) ist.

3. Kraftangriff nach Anspruch 1 oder 2,  
 dadurch gekennzeichnet, daß die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) der Angriffsfläche (4) derart ausgebildet ist, daß beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse unter der Wirkung des zu übertragenden Drehmomentes ( $M_H$ ) eine Schubspannung ( $\tau_{\max}$ ) gemäß der Gleichung

$$\tau_{\max} = \frac{|\sigma_{\max} - \sigma_{\min}|}{2}$$

mit  $\sigma_{\max}$  als der größten auftretenden Hauptspannung und  $\sigma_{\min}$  als der kleinsten auftretenden Hauptspannung in

einem mehrachsigen Spannungszustand, vorliegt, die im wesentlichen unabhängig vom Abstand (D) der Arbeitsflächen (5) ist.

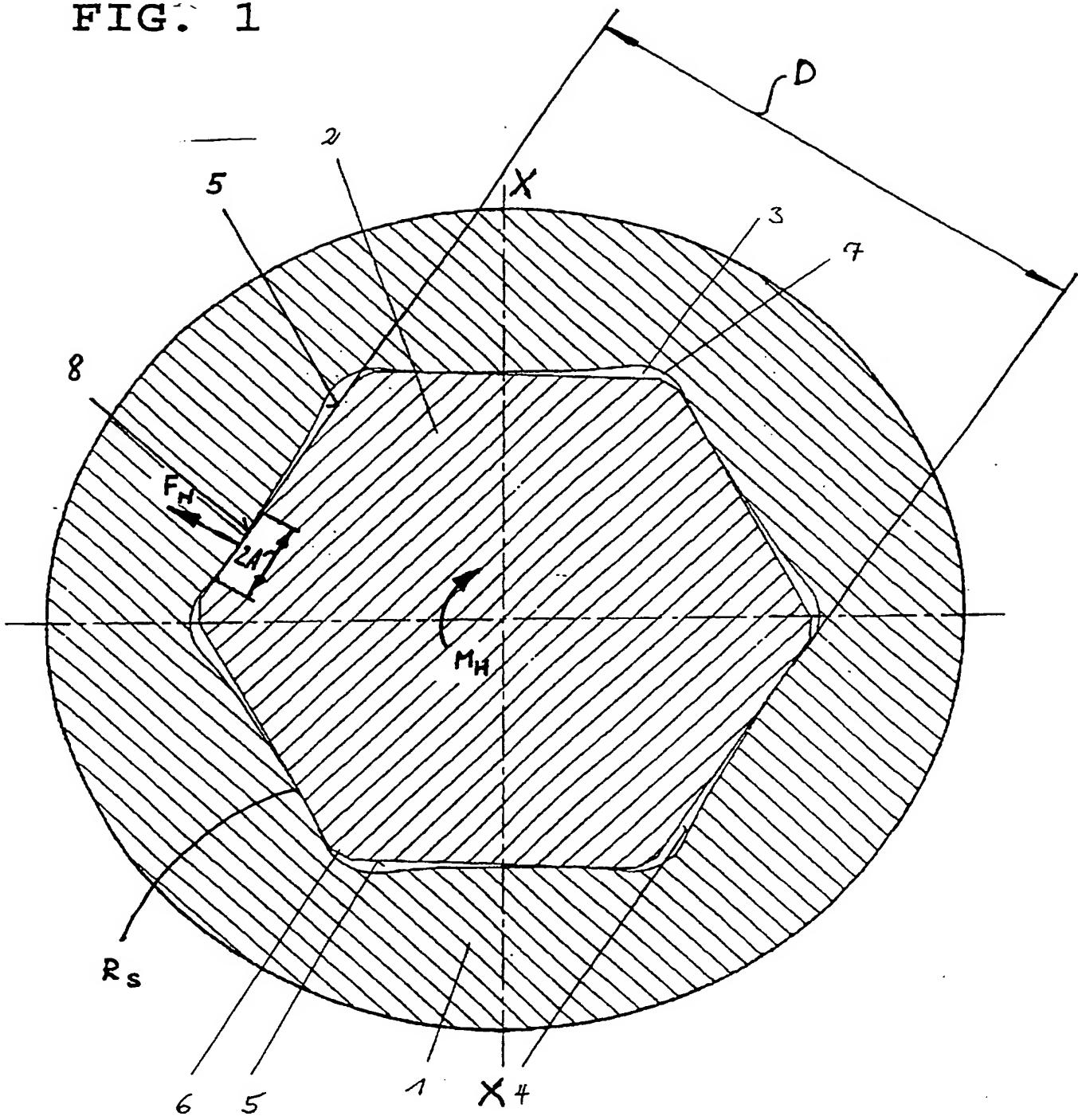
4. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich jeweils eine Angriffsfläche (4) und eine Arbeitsfläche (5) des Werkzeugs (2) beim Verdrehen des Werkzeugs (2) um seine Längsachse innerhalb des Loches (3) im mittleren Bereich zwischen benachbarten, axial gerichteten Lochkanten (7) berühren.
5. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) mindestens einer Angriffsfläche (4) für das Werkzeug (2) durch mindestens einen Ellipsenabschnitt beschrieben ist.
6. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) mindestens einer Angriffsfläche (4) für das Werkzeug (2) durch zwei Kreisbogenabschnitte beschrieben ist, die von seitlichen parallel zur Längsachse des Loches (3) liegenden Bereichen der Angriffsfläche (4) ausgehen und deren Mittelpunkte längs der Angriffsfläche (4) um eine Versetzungslänge (a) zueinander verschoben sind.
7. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) mindestens einer Angriffsfläche (4) für das Werkzeug (2) durch zwei durch jeweils eine Exponentialfunktion darstellbare Abschnitte (B) be-

schrieben ist, die von seitlichen parallel zur Längsachse des Loches (3) liegenden Bereichen der Angriffsfläche (4) ausgehen.

8. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, durch gekennzeichnet, daß im Bereich einer axial gerichteten Lochkante (7) mindestens eine Angriffsfläche (4) eine konkave Krümmung aufweist.
9. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 8, durch gekennzeichnet, daß mindestens zwei gegenüberliegende, vorzugsweise alle, Angriffsflächen (4) die konvexe Krümmung ( $R_s$ ) aufweisen.
10. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, durch gekennzeichnet, daß das Loch (3) eine viereckige Querschnittskontur aufweist.
11. Kraftangriff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, durch gekennzeichnet, daß das Loch (3) eine sechseckige Querschnittskontur aufweist.

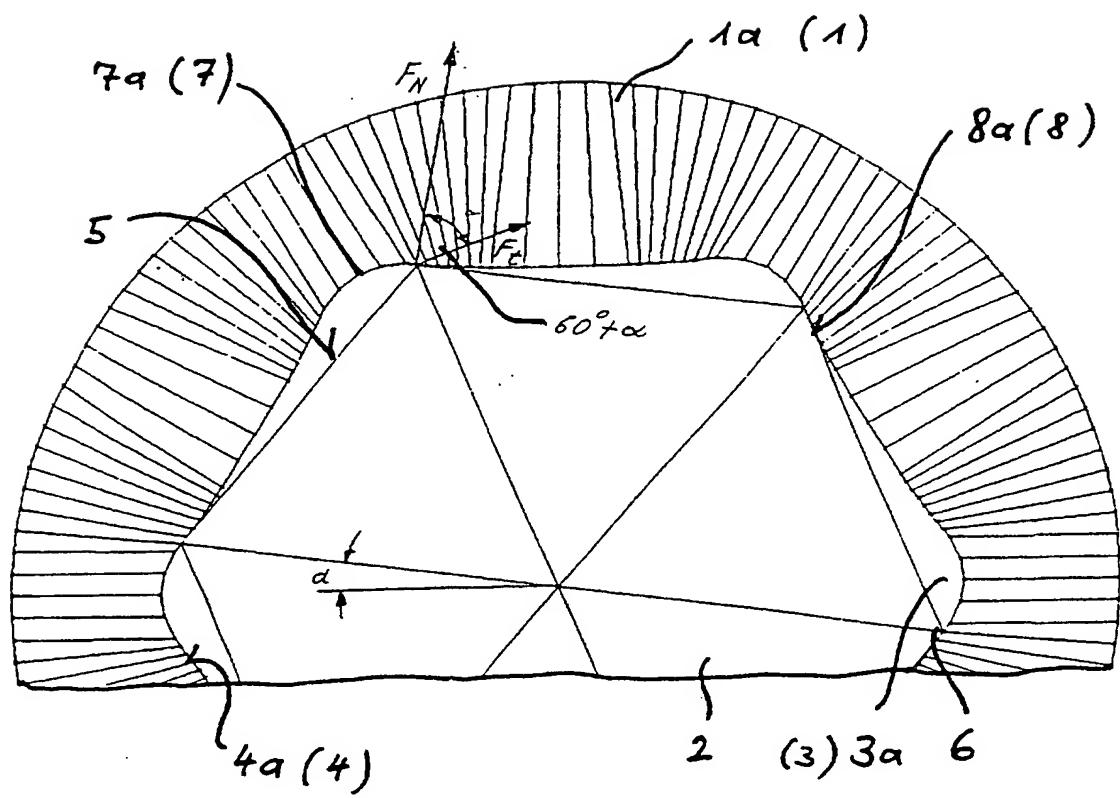
**FIG. 1**

1/3



2/3

FIG. 2



3/3

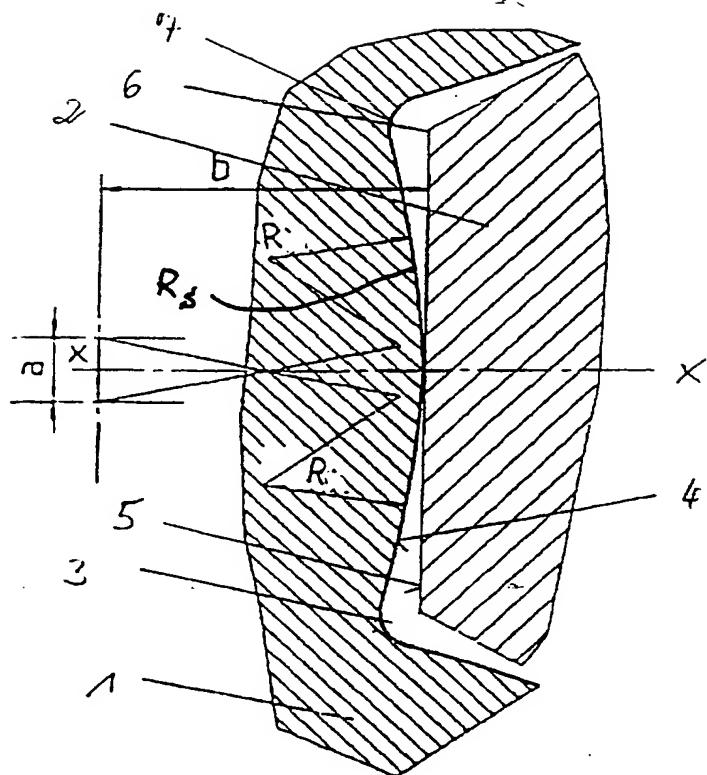


FIG. 3

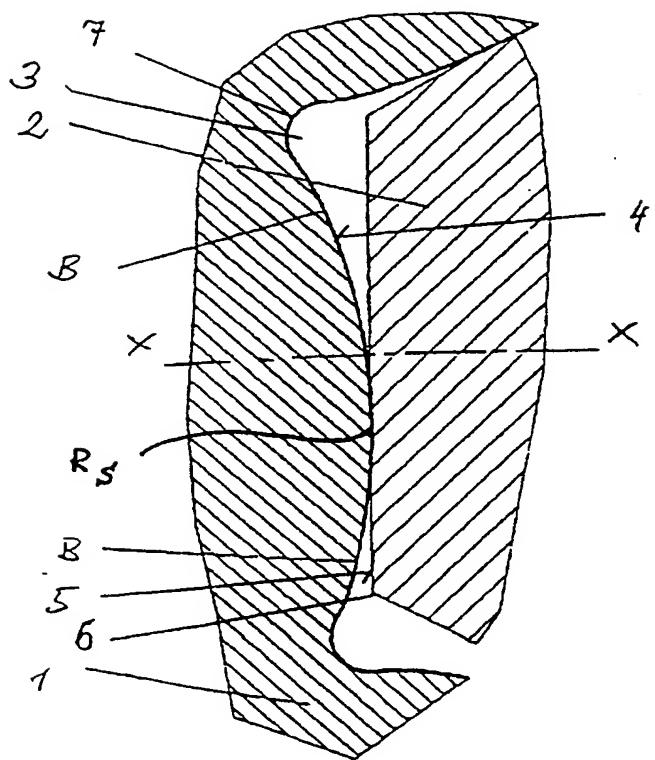


FIG. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/04447

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 6 F16B23/00 B25B13/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F16B B25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 930 378 A (COLVIN) 5 June 1990 cited in the application see column 5, line 44 - column 7, line 3; figures 1-6 ---	1-11
X	DE 43 21 325 A (WERA WERK GMBH & CO.) 5 January 1995 see column 2, line 51 - column 4, line 22; figures 1-4 ---	1-3, 10, 11
X	GB 2 061 439 A (TOSHIJI YAMAMOTO) 13 May 1981 cited in the application see page 1, line 49 - line 54; figure 6 ---	1-3, 10, 11 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

2

Date of the actual completion of the international search

11 December 1997

Date of mailing of the international search report

19/12/1997

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Calamida, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/EP 97/04447

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 24 43 719 A (BORUTON KOGYO K.K.) 29 January 1976 see page 9, line 3 - page 10, line 30; figures 4-6 -----	1-3, 10, 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 97/04447

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4930378 A	05-06-90	NONE	
DE 4321325 A	05-01-95	NONE	
GB 2061439 A	13-05-81	CA 1166048 A	24-04-84
DE 2443719 A	29-01-76	JP 1101292 C JP 51008445 A JP 55026327 B	25-06-82 23-01-76 12-07-80

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/04447

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 F16B23/00 B25B13/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F16B B25B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 930 378 A (COLVIN) 5.Juni 1990 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 5, Zeile 44 - Spalte 7, Zeile 3; Abbildungen 1-6 ---	1-11
X	DE 43 21 325 A (WERA WERK GMBH & CO.) 5.Januar 1995 siehe Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 22; Abbildungen 1-4 ---	1-3, 10, 11
X	GB 2 061 439 A (TOSHIJI YAMAMOTO) 13.Mai 1981 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 1, Zeile 49 - Zeile 54; Abbildung 6 ---	1-3, 10, 11 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11.Dezember 1997

19/12/1997

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Calamida, G

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/04447**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 24 43 719 A (BORUTON KOGYO K.K.) 29.Januar 1976 siehe Seite 9, Zeile 3 - Seite 10, Zeile 30; Abbildungen 4-6 -----	1-3,10, 11

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/04447

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4930378 A	05-06-90	KEINE	
DE 4321325 A	05-01-95	KEINE	
GB 2061439 A	13-05-81	CA 1166048 A	24-04-84
DE 2443719 A	29-01-76	JP 1101292 C JP 51008445 A JP 55026327 B	25-06-82 23-01-76 12-07-80